

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-193506

(43)Date of publication of application : 29.07.1997

(51)Int.Cl.

B41J 29/10

B41J 2/44

G03G 21/00

G10K 11/178

(21)Application number : 08-026268

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 22.01.1996

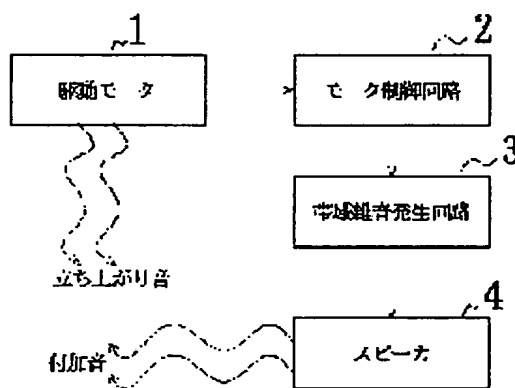
(72)Inventor : SASAHARA SHINJI
YOSHINO ONORI
KUROSAWA YUMIKO

(54) APPARATUS AND METHOD FOR MASKING NOISE IN IMAGE FORMING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform noise masking not generating the psychological unpleasant feeling caused by fluctuations of frequency by controlling a sound generating member generating a sound masking noise and generating a masking sound having frequency within a range containing the main component frequency of noise.

SOLUTION: A motor control circuit 2 obtains the signal related to the number of rotations from a drive motor 1 in order to control the number of rotations of the drive motor 1. The signal obtained from the motor control circuit 2 is inputted to a band noise generation circuit 3. Band noise formed by restricting the band of generated noise by a predetermined filter is generated in the band noise generation circuit 3 and supplied to a speaker 4. In the speaker 4, the change of the number of rotations of the drive motor 1 is triggered to convert the band noise from the band noise generation circuit 3 to the masking sound to the noise to generate sound waves corresponding to the rising sound of the drive motor 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.10.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.05.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision] 11-09585

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's 17.06.1999
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-193506

(43) 公開日 平成9年(1997)7月29日

(51) Int.Cl. [*]	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J 29/10			B 4 1 J 29/10	
2/44			G 0 3 G 21/00	5 3 0
G 0 3 G 21/00	5 3 0		B 4 1 J 3/00	D
G 1 0 K 11/178			G 1 0 K 11/16	H

審査請求 未請求 請求項の数16 F D (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願平8-26268	(71) 出願人	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂二丁目17番22号
(22) 出願日	平成8年(1996)1月22日	(72) 発明者	笹原 慎司 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
		(72) 発明者	吉野 大典 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
		(72) 発明者	黒澤 由美子 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 南野 貞男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像形成装置における騒音マスキング装置および騒音マスキング方法

(57) 【要約】

【課題】 周波数変動による心理的な不快感のない騒音マスキングを行う小型低価格のレーザビームプリンタまたは複写機などの画像形成装置の騒音マスキング装置を提供する。

【解決手段】 動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記騒音をマスキングするマスキング音を発生する発音体と、前記発音体を制御し、前記騒音の主成分周波数を含む範囲の周波数のマスキング音を発生させるマスキング音制御手段とを備える。マスキング音制御手段は、騒音の主成分周波数の臨界帯域周波数の下限周波数から上限周波数の範囲の周波数のマスキング音を発生させる。

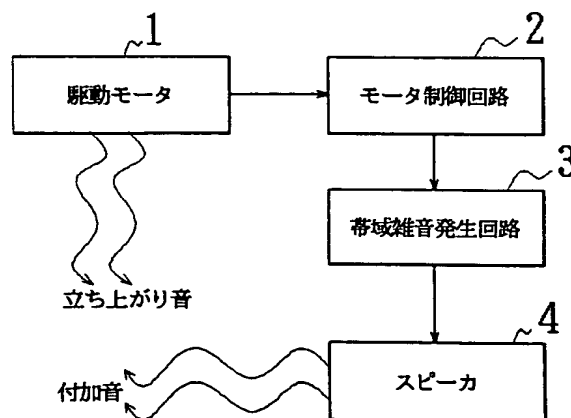


図1 第1実施例の騒音マスキング装置

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記騒音をマスキングするマスキング音を発生する発音体と、前記発音体を制御し、前記騒音の主成分周波数を含む範囲の周波数のマスキング音を発生させるマスキング音制御手段とを備えたことを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記マスキング音制御手段は、前記騒音の主成分周波数の臨界帯域周波数の下限周波数から上限周波数の範囲の周波数のマスキング音を発生させる音制御手段であることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記マスキング音が、特定周波数に顕著な音圧のピークを有しない雑音系マスキング音であることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング装置。

【請求項 4】 請求項 1 または請求項 2 に記載の画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記マスキング音は、特定周波数に顕著な音圧のピークを有する純音系マスキング音であることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング装置。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記雑音系マスキング音の周波数と音圧とが反比例の関係にあることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング装置。

【請求項 6】 請求項 4 に記載の画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記純音系マスキング音の音圧の周波数に対する分布が三角状分布および正規分布から選択される 1 つの分布であることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング装置。

【請求項 7】 請求項 4 に記載の画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記純音系マスキング音の周波数分布が、前記特定周波数を中心とする対称分布であることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング装置。

【請求項 8】 動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記騒音の主成分周波数を含む範囲の周波数のマスキング音を発音体から発生させることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング方法。

【請求項 9】 動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記騒音の主成分周波数の臨界帯域周波数の下限周波数から上限周波数の範囲の周波数のマスキング音を発音体

2

から発生させることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング方法。

【請求項 10】 請求項 8 または請求項 9 に記載の画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記マスキング音が特定周波数に顕著な音圧のピークを有しない雑音系マスキング音であることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング方法。

【請求項 11】 請求項 8 または請求項 9 に記載の画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記マスキング音が特定周波数に顕著な音圧のピークを有する純音系マスキング音であることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング方法。

【請求項 12】 請求項 10 に記載の画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記雑音系マスキング音の周波数と音圧とが反比例の関係にあることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング方法。

【請求項 13】 請求項 11 に記載の画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記純音系マスキング音の音圧の周波数に対する分布が三角状分布および正規分布から選択される 1 つの分布であることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング方法。

【請求項 14】 請求項 11 に記載の画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記純音系マスキング音の周波数分布が、前記特定周波数を中心とする対称分布であることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング方法。

【請求項 15】 動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記騒音と相関のある相関信号を作成する相関信号作成手段と、前記騒音をマスキングする雑音系マスキング音を発生する発音体と、前記発音体を制御し、前記相関信号の変化に対応して前記雑音系マスキング音を変化させるマスキング音制御手段とを備えたことを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング装置。

【請求項 16】 動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記騒音と相関のある相関信号を作成し、前記騒音をマスキングする雑音系マスキング音を発生する発音体を制御し、前記相関信号の変化に対応して前記雑音系マスキング音を変化させることを特徴とする画像形成装置の騒音マスキング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動作時に騒音源となる駆動モータを用いる O A 機器や、レーザビームブリ

3

ンタ、電子写真複写機などの画像形成装置において、騒音源の駆動モータから発生する騒音に対して、当該騒音を聴感上で打ち消すマスキング音を発生させ、不快感を起こす騒音を打ち消す画像形成装置の騒音マスキング装置および騒音マスキング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、レーザビームプリンタ、電子写真複写機などの画像形成装置には、駆動用モータとして複数の機械系駆動モータが多く使用されているが、近年のデジタル化に伴って、特殊な駆動モータが使用されている。

【0003】例えば、デジタル化された画像形成装置において、画像読み取りは、蛍光管やLEDなどの光源で画像担体（原稿）を走査して、CCDによってその画像を読み取る。画像記録を行う場合には、画像記録装置によって、画像信号や文字信号で変調されたレーザダイオードなどの光源からの光ビームで記録媒体を走査して画像の記録（原稿の作成）が行われる。この場合に、上記光ビームを走査するための光走査装置としては、複数の反射面を外周に有する回転多面鏡と当該回転多面鏡を回転させるための駆動モータからなる光偏向器が用いられる。次に、このような光偏向器の駆動モータの例を説明する。

【0004】図26は、光偏向器（光走査装置）の構成を説明する斜視図である。図26において、51は駆動モータ、52は回転多面鏡、53はレーザ光源、54はコリメータレンズ、55は集光光学部品（集光レンズ）、56は記録部材（感光体ドラム）である。

【0005】図26を参照して、画像形成装置における光偏向器の構成と画像記録方法の概略を説明する。画像記録を行う場合、駆動モータ51により回転多面鏡52を矢印A方向に回転する。レーザ光源53は、半導体レーザまたはガスレーザなどのレーザで構成されており、レーザ光源53から発射される光ビームが、図示しない変調器によって画像信号で変調され、コリメータレンズ54を通して回転多面鏡52の1つの反射鏡面に入射される。回転多面鏡52の反射鏡で反射された光ビームは、集光光学部品55を通して記録部材56に投影される。この場合、反射された光ビームは、回転多面鏡52の矢印A方向の回転に伴って、矢印B方向に偏向されて記録部材56を主走査する。この主走査と共に、記録部材56が矢印C方向に回転されることにより、副走査が行われて、記録部材56上に2次元画像の書き込みが行われる。

【0006】ところで、このような光偏向器に用いる駆動モータ51は、例えば、相互に嵌合するスリーブと軸のいずれか一方を回転部材とし、他方を固定部材とする動圧空気軸受けまたは玉軸受けなどの回転軸受けと、この回転部材に取り付けた永久磁石と、固定部材に設置した環状鉄心に電磁コイルを巻回して構成される磁気回路

4

により回転トルクを発生する駆動モータであり、軸方向に回転体を保持する磁気軸受けの機能を兼ね備えた磁気回路を有するものである。

【0007】このため、上述のような画像記録が行われる場合に、駆動モータ51の駆動によって騒音が発生する。その場合の駆動モータの回転数の変化に伴い発生する騒音について説明すると、図27に示すように、光走査装置の駆動モータの回転数の変化によって騒音が発生し変化する。図27のタイミングチャートは、画像形成装置の電源を入れてから一連の画像形成が終了するまでのプロセスにおいて発生する騒音を示したものである。この騒音量の変化は、駆動機構の主体の駆動モータの回転数の変化とほぼ同様なものとなる。すなわち、駆動モータ51の単体の回転数の変化を説明すると、図28に示すようになる。図28において、縦軸は騒音量（dB）でなく、回転数 f である。このdB値自身（音の大きさ）は、回転数により変化することはほとんどなく、回転数の変化によって発生する騒音の周波数（音色）の変化が耳ざわりに聞える。

【0008】図28に示すように、電源がオンとされると、駆動モータの回転数は、所定回転数まで増加され、一定の回転数の持続の後、所定の処理が開始されないと待機モードに入り、回転数を下げて休止状態となる。その後、処理の開始が指示されると、駆動モータの立ち上がりを開始し、駆動モータの回転数が所定回転数まで立ち上がると、ここから所定処理のための駆動モータの稼働運転を開始する。そして、稼働運転が終了すると、一部のファンの回転を停止し、冷却のための一定時間の回転を継続して、駆動モータの減速を開始する。そして、待機モードの回転数まで減速して、その待機モードの回転数で持続して待機を続ける。

【0009】つまり、画像形成装置においては、電源を入れてから暫くの間、処理が行われなかった場合に、数秒から数十秒後に待機モードに切り替わるが、これは、待機時の消費電力を抑制するためであり、放熱用のファンなどを除いたほとんどの装置の駆動機構が休止状態となる。待機モード時の光偏向器は、次の稼働運転に備え、駆動モータが立ち上がり始めてから所定の回転数に達するまでの立ち上がり時間を短くするため、通常の場合、所定の回転数の半分程度に減速され運転されている。近年は、待機モード時の消費電力を更に低減するため、待機時には、回転数をゼロまで落とす機種もみられる。

【0010】ところで、待機状態中に、操作者が画像形成処理を行うため、コントロールパネルのボタンを押すなどして、処理開始信号が入力されると、画像形成装置は稼働モードになり、光偏向器の駆動モータが立ち上がり始め、所定の回転数に達するまで加速される。この時、画像形成のサイクルなどの観点から、光偏向器の駆動モータは短時間で高速に回転する必要がある。このた

5

め、光偏向器の駆動モータは、一般のモータより高い回転数で用いられるように構成され、その回転数は五千回転以上、場合によっては一万回転以上になる。この場合、駆動モータには立ち上がり時に大きな電流を流し、回転数を急速に上昇させるので、この時、非常に大きな騒音が発生する。この騒音は回転数の変動に連動した変動音であり、人間の耳には非常に気になる耳ざわりの音で、不快感を与える音である。

【0011】また、駆動モータが所定の回転数に達してから、画像形成の処理が開始され、その一連の処理を行うが、処理が終了すると、装置の各機構は休止状態になる。また、一定時間が経過しても次の処理が行われない場合には、再び画像形成装置は待機モードに切り替わり、駆動モータが減速運転となる。やがて、駆動モータは停止し、完全待機の状態となる。

【0012】その騒音は、回転数に連動した変動音であるが、人間は音の変化に対しては敏感であるので変動に気付く。この変動音の周波数スペクトルを解析すると、広い周波数帯域になだらかな分布と、いくつかの周波数帯域においてベーススペクトルから突出した鋭いピークを有しており、その鋭いピークが変動することが分かる。鋭いピークの中でも音圧レベルが大きい主成分周波数は、数百Hz～数千Hzとなっており、この帯域の周波数の音に対しては、人間の聴覚は感度がよいので、大きな不快感を与える音となっている。つまり、この音はかん高いと感じる高周波音の変動音であり、その変動に気付いてその音を聞いてしまうと、かん高いことから非常に不快感を与える音であると認識してしまうのである。

【0013】従来から、この種の周波数変動による不快感を感じる騒音を押さえようとする技術が提案されている。例えば、特開昭63-59797号公報、特開平6-175443号公報などで提案されている技術がある。特開昭63-59797号公報で提案されている「ステップモータの駆動方式」の技術は、駆動モータの立ち上がり時の周波数の時間変化が複数の曲線となるように構成し、急激な変化を緩和する方法である。また、特開平6-175443号公報に提案されている「画像形成装置」においては、ポリゴンミラー駆動用モータの立ち上がり時に、別途に画像形成装置の他の動作を前倒しして行い、その動作音をかぶせて駆動モータの音を聞こえにくく（マスキング）する。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来例によると、例えば、光偏向器の駆動モータの立ち上がり時に発生する騒音による心理的な不快感をなくすためには、周波数の時間変化が複数の曲線となるように構成するので、急激な音の変化を緩和する点ではある程度は効果的であるが、しかし、その周波数変動は、おおよそ認識されるために不快感をなくすに到っていない。

6

【0015】また、上記の他方の従来例による動作音をかぶせて駆動モータを聞こえにくくする方法によると、音全体では更に騒音（音量）が増大してうるさくなる。このため、不快感はなくせず、また、電源入力時や画像形成処理の終了時から待機モードに切り替わるまでの間に、連続して別に画像形成装置の他の部分を動作させる結果、低消費電力化の観点からも好ましくない。

【0016】本発明は、このような様々な問題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、周波数変動による心理的な不快感のない騒音マスキングを行う小型低価格のレーザビームプリンタまたは複写機などの画像形成装置の騒音マスキング装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するため、本発明の画像形成装置の騒音マスキング装置は、第1の特徴として、動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記騒音をマスキングするマスキング音を発生する発音体と、前記発音体を制御し、前記騒音の主成分周波数を含む範囲の周波数のマスキング音を発生させるマスキング音制御手段とを備えることを特徴とする。

【0018】また、本発明の第2の特徴として、画像形成装置の騒音マスキング装置においては、前記マスキング音制御手段は、前記騒音の主成分周波数の臨界帯域周波数の下限周波数から上限周波数の範囲の周波数のマスキング音を発生させる音制御手段であることを特徴とする。

【0019】また、本発明の第3の特徴として、画像形成装置の騒音マスキング装置においては、前記マスキング音制御手段または音制御手段が発生するマスキング音が、特定周波数に顕著な音圧のピークを有しない雑音系マスキング音であり、また、第4の特徴としては、当該マスキング音は、特定周波数に顕著な音圧のピークを有する純音系マスキング音であることを特徴とする。

【0020】また、本発明の画像形成装置の騒音マスキング装置においては、第5の特徴として、これらの雑音系マスキング音の周波数と音圧とが反比例の関係にあることを特徴とする。また、第6の特徴として、前記純音系マスキング音の音圧の周波数に対する分布が三角状分布および正規分布から選択される1つの分布であることを特徴とする。また、その場合に、第7の特徴として、前記純音系マスキング音の周波数分布が、前記特定周波数を中心とする対称分布であることを特徴とする。

【0021】更に、また、第8の特徴として、本発明の画像形成装置の騒音マスキング方法は、動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記騒音の主成分周波数を含む範囲の周波数のマスキング音を発音体から発生させることを特徴とする。

7

【0022】また、本発明の画像形成装置の騒音マスキング方法は、第9の特徴として、動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記騒音の主成分周波数の臨界帯域周波数の下限周波数から上限周波数の範囲の周波数のマスキング音を発音体から発生させることを特徴とする。

【0023】その場合に、本発明の画像形成装置の騒音マスキング方法においては、第10の特徴として、前記マスキング音が特定周波数に顕著な音圧のピークを有しない雑音系マスキング音であり、第11の特徴として、前記マスキング音が特定周波数に顕著な音圧のピークを有する純音系マスキング音であることを特徴とする。また、第12の特徴として、これらの前記雑音系マスキング音の周波数と音圧とが反比例の関係にあることを特徴とする。

【0024】この画像形成装置の騒音マスキング方法においては、第13の特徴として、前記純音系マスキング音の音圧の周波数に対する分布が三角状分布および正規分布から選択される1つの分布であることを特徴とする。第14の特徴として、その前記純音系マスキング音の周波数分布が、前記特定周波数を中心とする対称分布であることを特徴とする。

【0025】また、本発明の画像形成装置の騒音マスキング装置は、第15の特徴として、動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング装置において、前記騒音と関連のある関連信号を作成する関連信号作成手段と、前記騒音をマスキングする雑音系マスキング音を発生する発音体と、前記発音体を制御し、前記関連信号の変化に対応して前記雑音系マスキング音を変化させるマスキング音制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0026】また、本発明の画像形成装置の騒音マスキング方法は、第16の特徴として、動作時に騒音の発生源となる駆動機構を有する画像形成装置の騒音マスキング方法において、前記騒音と関連のある関連信号を作成し、前記騒音をマスキングする雑音系マスキング音を発生する発音体を制御し、前記関連信号の変化に対応して前記雑音系マスキング音を変化させることを特徴とする。

【0027】このような様々な特徴を有する本発明の画像形成装置の騒音マスキング装置においては、前記騒音をマスキングするマスキング音を発生する発音体と、マスキング音制御手段とが備えられており、動作時に駆動機構から発生する騒音の変動音に対して、マスキング音制御手段が、前記発音体を制御し、前記騒音の主成分周波数を含む範囲の周波数のマスキング音を発生させる。これにより、変動音の騒音をマスキングし、騒音による不快さを軽減する。

【0028】その場合に、マスキング音制御手段は、音制御手段によって、例えば、前記騒音の主成分周波数の

8

臨界帯域周波数の下限周波数から上限周波数の範囲の周波数のマスキング音を発生させる。具体的には、騒音の発生源となる駆動用モータを所定の回転数に立ち上げる時あるいは立ち下げる時に発生する騒音の主成分周波数を含むように帯域制限された雑音を作成し、帯域制限された雑音を発音体のスピーカから音波として発生させて、主成分周波数の周波数変動を認識させないようにする。

【0029】その場合において、1つの態様では、前記マスキング音制御手段または音制御手段が発生するマスキング音は、特定周波数に顕著な音圧のピークを有しない雑音系マスキング音とし、または、別の態様では、マスキング音は、特定周波数に顕著な音圧のピークを有する純音系マスキング音とする。雑音系マスキング音を使用することにより、駆動モータの立ち上がり騒音または立ち下がり騒音の変動音が認識されにくくなる。また、変動音の騒音が発生する間に、特定周波数に顕著な音圧のピークを有する純音系マスキング音を発生させる。これにより、特定周波数に顕著な音圧のピークを有する音でマスキングされ、聴感上で騒音の変動音が認識されにくくなる。

【0030】また、これらの雑音系マスキング音の周波数と音圧とが反比例の関係にあるようにする。すなわち、帯域制限された雑音の周波数軸におけるパワーの分布を周波数に対して反比例となる形態を持たせて、付加する帯域雑音を認識させないようにする。また、前記雑音系マスキング音の音圧の周波数に対する分布が三角状分布および台形状分布ないし正規分布から選択される1つの分布とする。これによって、主成分周波数から離れた周波数の聴感上の感度を押さえて帯域雑音の聞こえを和らげ、主成分周波数による音を認識させないようにする。

【0031】その場合に、前記雑音系マスキング音の周波数分布が、前記特定周波数を中心とする対称分布であのようにしても良い。これによっても、主成分周波数から離れた周波数の聴感上の感度を押さえて帯域雑音の聞こえを和らげ、主成分周波数による音を認識させないようにできる。

【0032】このような本発明の画像形成装置の騒音マスキング装置によれば、駆動モータの回転数の立ち上がりや立ち下がりによる周波数の変動音の騒音が、聴感上において認識しにくくなり、心理的な不快感が抑制される。また、マスキング音とする雑音は、帯域制限することにより騒音の増加を認識させることなく、不快感を抑制することができる。

【0033】また、オペレータが、主成分周波数の周波数変動の認識度合いおよび帯域制限された雑音を付加することによる騒音の増加の認識度合いを操作パネルの操作により調整できるようにし、オペレータやその周囲の人に駆動モータの主成分周波数による変動音を認識しな

い程度に設定して、人にあった不快感の抑制を行うことができる。

【0034】更に、本発明の騒音マスキング装置においては、環境変化や諸条件の変化に対応して、マスキング音として付加する帯域制限された雑音の平均の振幅の音の振幅を所定の状態に保つことで、不快感の抑制を安定して行うことができる。または、付加する帯域雑音の分布を周波数に対して反比例する形態を持つように調整することによって、帯域制限された雑音を付加することによる騒音の増加の認識度合いを減少させることができる。

【0035】更に、本発明の騒音マスキング装置においては、駆動モータの主成分周波数の変動に追従して雑音の帯域および帯域幅を変化させることにより、雑音の帯域幅を減少することが可能になるため、帯域制限された雑音を付加することによる騒音の増加の認識度合いを更に減らすことができ、更に、付加する帯域雑音を駆動モータの主成分周波数の臨界帯域に等しくかつ雑音のエネルギーを主成分の周波数のエネルギーに等しくなるように雑音の帯域、振幅、分布を最適化することにより、主成分周波数の周波数変動の認識度合いおよび帯域制限された雑音を付加することによる騒音の増加の認識度合いを最小限に押さえることが可能になる。

【0036】また、本発明の騒音マスキング装置においては、駆動モータの主成分周波数が変動から定常へ、または、定常から変動へ変化するときの音を認識しにくくし、稼働時あるいは停止時への音の移行による違和感をなくすことができる。この場合に、また、駆動モータの音に稼働時の動作音あるいは稼働時の一部の動作音をかぶせることがないので、それらの騒音の継続時間を長くする必要がなく、動作させるための電力も必要としない。そして、複雑な構造での音源対策や高価な消音装置に比べて、簡単で安価な装置によって構成することができる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施する場合の形態について、図面を参照して具体的に説明する。ここでは本発明の複数の実施例について説明するが、本発明は、これらの実施例に限定されるものでなく、また、ここでの実施例の説明では、駆動モータの立ち上がり時での付加音の発生についてのみ説明するが、立つ下がり時については時間的に立ち上がりと反対になるだけで同様のものである。

【0038】まず、本発明の第1の実施例について説明する。図1は、本発明の第1の実施例の画像形成装置の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図である。図1において、1は駆動モータ、2はモータ制御回路、3は帯域雑音発生回路、4はスピーカである。

【0039】図1に示す騒音マスキング装置のブロック図において、モータ制御回路2は、駆動モータ1の回転

数を制御するために回転数に関係のある信号を駆動モータ1から獲得する。例えば、駆動モータ1が永久磁石による磁力を駆動源としているものであれば、永久磁石の周辺の磁束密度を測定することで、磁束密度のゼロ点の数でN極とS極の切り替え数を検出し、N極-S極の切り替え数を永久磁石の極数で割ったものを、駆動モータ1の回転数信号として得る。

【0040】モータ制御回路2から得られた信号は、帯域雑音発生回路3に入力される。帯域雑音発生回路3では、発生した雑音を所定のフィルタにより帯域制限した帯域雑音を発生させ、当該帯域雑音をスピーカ4に供給する。スピーカ4では、駆動モータの回転数の変化をトリガとして、帯域雑音発生回路3からの帯域雑音を騒音に対する付加音（マスキング音）として、駆動モータ1の立ち上がり音に対応して、音波を発生させる。

【0041】次に、このようにして、駆動モータの立ち上がり音の騒音をマスキングする場合の処理の流れについて説明する。図2は、駆動モータの騒音に対する付加音発生のタイミングを説明する図である。図2においては、駆動モータの動作タイミングによる騒音の発生に対応して付加音を発生するタイミング時期を、斜線部分で示している。電源がオンとされると、図2に示すように、まず、駆動モータの回転数が立ち上がり、所定の回転数まで増加される。この時、周波数の変動による不快感を与える騒音が発生するので、この間に第1の付加音を発生する。そして、駆動モータの回転数が所定の回転数まで立ち上がると、一定の回転数で持続する。その後、処理が開始されない場合には、待機モードに入る。このため、回転数を下げて休止状態となるが、この回転数を下げる間にも、周波数変動による不快感を与える騒音が発生するので、ここで第2の付加音を発生する。

【0042】そして、低い一定の回転数での待機モードの後、画像記録などの処理の開始が指示されると、駆動モータが立ち上がりを開始し、駆動モータの回転数を所定回転数まで立ち上げて、ここから処理のための駆動モータの稼働運転を開始する。この回転数が立ち上がる時にも、大きな周波数変動による不快感を与える騒音が発生するので、この間に第3の付加音を発生する。そして、画像記録などの処理を終了し、駆動モータの稼働運転が終了すると、一部のファンの回転を停止し、電力低減のため回転数を下げて一定時間の回転を継続させる。この時の回転数を下げる間は、その周波数変動が少ないので、付加音の発生は行わないが、この一定時間の回転の継続の後、駆動モータの減速を開始し、待機モードの回転数まで減速して待機モードの回転数で持続して待機状態を続ける。この急速に回転数を減速させる間は、周波数変動による不快感を与える騒音が発生するので、この間にも第4の付加音を発生する。

【0043】このようにして、駆動モータの回転数を変化させる際に、その周波数変動による騒音の変動音で不

11

快感を与える騒音が発生するので、この度ごとに、その駆動モータの回転数の周波数変動に応じて変動音の騒音をマスキングする付加音（第1～第4の付加音）を発生させる。

【0044】次に、ここで発生させる付加音の時間変化と周波数の関係について説明する。駆動モータ1から発生する音の種類は、一般に、駆動モータに流す電流を切り替えるときに電磁コイルや鉄心より発生する電磁音、回転多面鏡と空気との摩擦による風切り音、および軸と軸受けの機械的な接触による軸受け音の3種類が主なものとなる。ここでの電磁音は、狭い周波数帯域に鋭くピークを持つ純音に近い音であり、風切り音は、広い周波数帯域になだらかなピークを持つ流体騒音である。また、軸受け音は、玉軸受けを用いている場合に形状や寸法により多くの鋭いピークを持つ純音に近い音であり、空気軸受けではみられず、また、これらの音の周波数は駆動モータの回転数と比例関係にあることが知られている。

【0045】図3は、付加音の時間変化と立ち上がり音との関係を示す図である。図3において、実線で示した曲線が、駆動モータ1の立ち上がり時に発生する音の主成分周波数の変化である。ここでの主成分周波数とは、駆動モータ1の音を周波数分析したときに音圧レベルが大きいものの周波数であり、駆動モータの回転数に対応している。駆動モータ1は、その回転数がゼロから、あるいはゼロでないような待機モードから立ち上がる。したがって、図3に示すように、その立ち上がり音は、時間変化と共にその周波数が上昇する。この周波数が変化する純音が不快感を与える。

【0046】これに対して、付加音は、同じく図3に示すように、ハッチングで示したような帯域制限された雑音とし、その周波数の帯域が、主成分周波数の立ち上がり開始周波数 f_0 から、立ち上がり後の周波数 f_1 の範囲に制限された雑音とする。具体的には、開始周波数 f_0 における臨界帯域周波数の下限値周波数 f'_0 から立ち上がり後の周波数 f_1 における臨界帯域周波数の上限値周波数 f'_1 の間のランダムな周波数とランダムな位相の所定の振幅の波から構成されている雑音とする。

【0047】このように帯域制限された雑音を、横軸を周波数、縦軸を雑音成分の強さで表すと、図4(a)に示すような周波数分布（周波数の確率分布）の雑音となる。図4(a)において、実線で示されたモータの立ち上がり時に発生する主成分周波数は、周波数 f_0 から f_1 に変動する。このとき、主成分周波数は帯域制限された雑音の付加音と判別できなくなるため、主成分周波数の変動が聴覚的に検知されにくくなる。しかも、ここで付加する雑音は、帯域制限されているため、騒音の音量の増加はほとんどなく、このため、いわゆる「うるささ」も聴覚的には検知されにくい。

【0048】また、付加音とする帯域制限された雑音

12

を、図4(b)に示すように、雑音の成分の強さが周波数に対して反比例の分布形態を持つようにする。これにより、「 $(1/f)$ の揺らぎ」の効果により、いっそう一層騒音の増加は聴覚的には検知されにくくなり、聴感的には心地よく聞こえるようになる。これは、一般的に変動する周波数に対して変動する強さが反比例する分布形態を持つもの、いわゆる「 $(1/f)$ の揺らぎ」を持つものは、人にとって心地よく感じられる傾向にあることが、数多くの研究で明らかになっており、この「 $(1/f)$ の揺らぎ」としての効果を利用する。

【0049】一般的には、モータ制御回路2は、駆動モータ1の立ち上がり時間を短くするために、立ち上がりの初期には駆動モータ1に定常状態より大きな電流を流し、所定の回転数に近づくとオーバーシュートを小さくするために電流を小さく調整するように、駆動モータ1が制御される。この時間的に変化する高周波の変動音が心理的に不快感を与えていることになるので、特に、駆動モータ1の立ち上がり時に発生する周波数は狭帯域かつ高周波で、しかも変動するため、認識されやすい特徴を持つ。

【0050】したがって、この場合に、その主成分周波数を含むような帯域制限された雑音を付加することにより、主成分周波数を雑音にとけ込ませて、それ自身として主成分周波数の変動音を認識されにくくして、不快感を低減するようにする。その場合、雑音を加えることにより、騒音の音量の増加が認識されるようになると、かえって不快感を増す結果を生じることがあるので、雑音を帯域制限して加える雑音を必要最小限にする必要がある。また、この帯域制限された雑音の周波数軸上における振幅の分布を周波数に対して反比例になるようにすると、前述したように「 $(1/f)$ の揺らぎ」の効果により、更にいっそう騒音の増加は検知されにくくなり、聴感上心地よく聞こえるようになる。

【0051】また、図5に示すように、駆動モータの動作時に発生する立ち上がり騒音の変動音の立ち上がり直前からとその後の定常音に継続させて、付加音として帯域制限された雑音を付加させることによって、更に一層認識しにくくすることができるようになる。

【0052】図5は、定常運転時までの状態を含めた付加音の時間変化と立ち上がり音との関係を示す図である。純音系の立ち上がり音に対して帯域制限された雑音の付加音を付加する場合、上述のように主成分周波数が時間的に変動するにつれても、付加する雑音の周波数帯域の範囲に、変動する主成分周波数が入っていれば、主成分周波数の変動が認識されにくく、感じ方の変化の違和感がない。この場合において、更に、図5に示すように、立ち上がり直前からとその後の定常音の一部の範囲まで、継続させて雑音の付加音を付加させることにより、更に一層認識しにくくできる。

【0053】ところで、本実施例のように、駆動モータ

13

の立ち上がりの騒音の変動音に対して、帯域制限された雑音から成る付加音を付加して、立ち上がり騒音をマスクングする場合、そのマスクング結果の効果は、個々の人間の聴感による評価となるので、それぞれの個人の聴感上の好みに応じて、付加音の大きさを調整できるようにすると良い。このように変形した実施例を第2の実施例として説明する。

【0054】図6は、本発明の第2の実施例の画像形成装置の騒音マスクング装置の構成を説明するブロック図である。図6において、1は駆動モータ、2はモータ制御回路、3は帯域雑音発生回路、4はスピーカである。これらの要素は、第1の実施例(図1)の要素と同じものである。また、6は操作パネル、7は振幅可変回路である。

【0055】第2の実施例の画像形成装置の騒音マスクング装置を、図6に示す構成図を用いて説明する。第2の実施例においては、操作パネル6および振幅可変回路7が設けられており、帯域雑音発生回路3は、振幅可変回路7に対して供給する帯域制限された雑音を供給するので、付加音とする雑音の振幅を操作パネル6から指示により振幅可変回路7を用いて調整する。

【0056】ここでは、操作パネル6から好みに合うように付加音の振幅を設定する信号を振幅可変回路7に送る。つまり、オペレータが操作パネル6から好みに合うように振幅を設定し、ここから適宜の信号が振幅可変回路7に送られる。この信号によって帯域雑音発生回路3によって生成された帯域雑音の振幅の分布を、振幅可変回路7により変化させて、スピーカ4から付加音の音波として発生させる。これにより、騒音の主成分周波数よりも聴感的に広帯域な音となるように、帯域制限された雑音を付加する。オペレータは振幅の設定により、騒音の認識度合いを調整し、オペレータやその周囲の人が主成分周波数による音を認識しない程度に設定する。このため、それぞれの人にあった不快感の抑制を行うことができる。

【0057】駆動モータの立ち上がりの騒音に対し、その主成分周波数の変動音の周波数の範囲に帯域制限された雑音を付加して、立ち上がり騒音をマスクングする場合、上述した第2の実施例においては、当該付加音を、それぞれの個人の聴感上の好みに応じて付加音の大きさを調整できるようにしているが、それぞれの騒音に対して個別に調整しなければならない煩雑さがある。このように煩雑さを解消するために、この調整を自動的に行うようにも構成できる。これにより、騒音をマスクングするための付加音に対する振幅の調整を自動的に行い、更に、細部の調整については、第2の実施例と同様に、それぞれの個人に好みにより調整するようにすれば良い。このような構成の騒音マスクング装置について、第3の実施例として説明する。

【0058】図7は、本発明の第3の実施例の画像形成

14

装置の騒音マスクング装置の構成を説明するブロック図である。図7において、1は駆動モータ、2はモータ制御回路、3は帯域雑音発生回路、4はスピーカである。これらの要素は、第1の実施例(図1)の要素と同じものである。また、8は振幅制御回路、9は立ち上がり音を観測するセンサーマイクである。

【0059】第3の実施例の画像形成装置の騒音マスクング装置を、図7に示す構成図を用いて説明する。第3の実施例においては、第1の実施例の構成に加えて、更に、振幅制御回路8およびセンサーマイク9が設けられている。センサーマイク10が立ち上がり音を観測し、振幅制御回路9が立ち上がり音を観測した信号によって付加音の振幅を自動調整する。つまり、帯域雑音発生回路3から振幅制御回路8に対して供給される帯域制限された雑音の付加音の振幅が、センサーマイク9からの検知出力に応じて、振幅制御回路8により自動的に調整されるように構成する。

【0060】つまり、図7に示す第3の実施例では、図6に示す第2の実施例の構成を更に発展させ、立ち上がり音の振幅を観測するセンサーマイク9を設け、第2の実施例の振幅可変回路7に対応する振幅制御回路8を設けている。このような構成によって、立ち上がり音の主成分周波数の振幅をセンサーマイク9で常に観測し、その観測した信号を振幅制御回路8に送り、主成分周波数の時間的変動に対する振幅の増加あるいは減少を、振幅制御回路8によって能動的に制御する。これによって、主成分周波数の環境による変化や諸条件の変化に対応して振幅を所定の状態に保ち、不快感の抑制を安定して行うことができる。

【0061】このように、駆動モータの立ち上がり騒音に対して、その主成分周波数の変動音の周波数の範囲に帯域制限された雑音を付加し、立ち上がり騒音の認識の度合いが少なくなるようにしてマスクングする。この場合、不快感の抑制を安定して行うことができれば、付加する雑音の大きさの量は、騒音の全体としての大きさが少ない方が、人が感じる「うるささ」の度合いを減少させることができる。このため、例えば、雑音の帯域成分を立ち上がり騒音の主成分周波数の変動に対応させるようにすると、その雑音の振幅を更に少なくしても、十分にそのマスクング効果が得られることになる。このような構成とする騒音マスクング装置の実施例を、第4の実施例として説明する。

【0062】図8は、本発明の第4の実施例の画像形成装置の騒音マスクング装置の構成を説明するブロック図である。図8において、1は駆動モータ、2はモータ制御回路、3は帯域雑音発生回路、4はスピーカである。これらの要素は、第1の実施例(図1)の要素と同じものである。また、10は回転数検知回路、11はタイミング制御回路、12は振幅制御回路である。

【0063】第4の実施例の騒音マスクング装置を、図

15

8に示す構成図を用いて説明する。第4の実施例においては、更に、回転数検知回路10、タイミング制御回路11および振幅制御回路12が設けられている。ここでは、モータ制御回路2からの信号により、回転数検知回路10が駆動モータの回転数を検知し、立ち上がり騒音の主成分周波数の変動を検出する。帯域雑音発生回路3から供給する帯域制限された雑音の付加音は、その振幅を振幅制御回路8を用いて調整し、タイミング制御回路11に対して供給する。タイミング制御回路11では、回転数検知回路10により検知された信号をトリガとして、振幅制御回路により振幅が制御された雑音をスピーカ4に送って、付加音として音波を発生する。この場合、帯域雑音発生回路3には、回転数検知回路11からの信号が供給されており、帯域雑音発生回路3では、広帯域な雑音を駆動モータ1の主成分周波数の臨界帯域と等しくなるように逐次に帯域制限を行う。

【0064】この帯域制限は、駆動モータ1の主成分周波数 f を中心として対象として、この帯域幅 Δf_c は、次の(式1)で表される。

【式1】

$$\Delta f_c = 25.0 + 75.0 \left(1.0 + 1.4 \left(\frac{f}{1000} \right)^{0.89} \right)$$

振幅制御回路12では、帯域雑音(帯域制限された雑音)のパワーが予め記憶されている駆動モータ1の主成分周波数のパワーに等しくなるように、雑音の振幅が制御される。この場合の帯域雑音のパワーは次の(式2)で表される。

【式2】

$$P = 10 \log_{10} f \cdot 10 \frac{B(f)}{10} df$$

ここでの $B(f)$ は帯域雑音の周波数 f における振幅の実行値を表す。このときの立ち上がり音と帯域雑音の関係を図9に示す。

【0065】また、帯域雑音の周波数軸における分布は、主成分周波数が離れるほどに小さくなる形態の分布が聴感上心地よく聞こえる傾向がある。このため、例えば、図10(a)、図10(b)、図10(c)にそれぞれ示すように、三角状分布、台形状分布、正規分布のそれぞれの分布の形態を、帯域雑音の周波数軸における分布として利用する。

【0066】このような形態を持つ周波数軸上の分布として作成された帯域雑音は、帯域雑音発生回路3から振幅制御回路12に供給される。そして、振幅制御回路12により振幅制御された帯域雑音は、タイミング制御回路11により、駆動モータ1の回転数の変化に同期させて、スピーカ4から付加音として音波を再生する。この場合に、ここでの帯域制限された雑音の臨界帯域は、主成分周波数に影響を与える雑音の必要最小限の領域で、帯域雑音のパワーと主成分周波数のパワーが一致したときに、主成分周波数が帯域雑音に紛れ込み、駆動モ

16

ータ1からの騒音が聞こえなくなることが知られている。また、このとき、付加する雑音のパワーは最小となり、騒音の増大は最も検知されなくなる。

【0067】(実験例1)以上に説明した実施例による騒音マスキングの効果を確認するため、官能試験による評価を行った。第1の官能試験として、具体的には、第1の実施例の構成で、駆動モータ1の立ち上がり騒音の主成分周波数を含むように帯域制限された雑音を、そのレベルを(帯域雑音を加えない時を含めて)4段階に変えながら付加した。付加した帯域雑音は、周波数に対し各成分の振幅が反比例の形態を示すものを用意した。合計4種類の音を18名の被験者に聞かせて「うるささ」、「不快さ」、「かん高さ」の3項目について評価してもらった。評価方法は、図11に示すような5段階のカテゴリー評価方法を用いた。その実験結果を図12に示している。

【0068】この実施例の騒音マスキング装置による効果は、図12に示すように、その評価結果のグラフから、「不快さ」の評価項目では付加雑音レベルが大きくなっても、ほぼ一定の傾向を示し、「やかましさ」の評価項目では、付加雑音レベルが大きくなると「やかましさ」が増す傾向がみられた。また、「かん高さ」の評価項目では、付加雑音レベルが大きくなると「かん高さ」は緩和される傾向を示しており、最大原音に比べて最大で31%の改善効果がみられた。また、「かん高さ」の評価項目では、原音に対して最大で約17%の改善効果がみられた。この結果から、帯域制限された雑音を付加することにより、「かん高さ」を改善することができる効果を確認できた。

【0069】また、第2の官能試験として、第3の実施例により説明した構成で、駆動モータ1の立ち上がり騒音の主成分周波数を中心に臨界帯域に相当する帯域雑音を付加して、官能試験を行った。この場合、雑音のエネルギーは、主成分周波数のエネルギーに等しくなるように雑音の振幅を調整した。また、雑音の周波数軸上におけるパワーの分布は、三角状分布となるように調整した。そして、駆動モータ1の立ち上がり音に雑音を加えた場合と、加えない場合の2種類の音を18名の被験者に聞かせて「うるささ」、「不快さ」、「かん高さ」の3項目について評価してもらった。評価方法は、第1の官能試験と同様に、図11に示すような5段階のカテゴリー評価方法を用いた。その実験結果を図13に示している。

【0070】この場合の実験結果によると、図13に示すように、その評価結果のグラフから、この実施例の騒音マスキング装置によれば、「やかましさ」の評価項目では、ほぼ一定の傾向を示し、「不快さ」および「かん高さ」の評価項目では、雑音を付加した場合に、それぞれ約17%および21%の改善効果がみられた。この結果から、駆動モータ1の立ち上がり騒音の主成分

17

分周波数の臨界帯域に相当する雑音を付加することによって、「やかましさ」を増加することなく、「不快さ」および「かん高さ」を減ずる効果を確認することができた。

【0071】以上に説明したように、これらの第1の実施例～第4の実施例の騒音マスキング装置によれば、駆動用モータを所定の回転数に立ち上げる時、あるいは立ち下げる時に発生する騒音の主成分周波数に対応して

(駆動用モータの立ち上がりや立ち下りの回転数を検出し)、主成分周波数を含むように帯域制限された雑音を作成し、作成された雑音を音波として発生させることにより、その場合に、好みに応じて振幅を変えて、または、センサマイクにより検出した騒音の大きさに応じて振幅を制御して、また、主成分周波数の時間的変動に同期させて、騒音をマスキングする付加音としてスピーカより発生させるので、周波数変動による心理的な不快感のない小型低価格のレーザビームプリンタおよび複写機などの画像形成装置を提供することができる。更に、その場合において、駆動用モータの立ち上がりや立ち下りの回転数を検出し、回転数に応じて主成分周波数の臨界帯域に相当するよう雑音の帯域制限を行うことにより、より一層心理的な不快感を緩和する効果を得ることが可能となる。

【0072】ところで、前述の第4の実施例のように、駆動用モータの立ち上がりや立ち下りの回転数を検出し、回転数に応じて主成分周波数の臨界帯域に相当するよう雑音の帯域制限を行う場合、この臨界帯域に相当するよう雑音の帯域制限を行うことに替えて、駆動用モータの立ち上がりや立ち下りによる主成分周波数の変動音と同期して純音を付加するようにしても良い。この場合には、変動は感じるが、高周波音による不快感を抑制することができる。また、付加音の発生回路は純音の周波数作成回路でよいので構成が簡易なものとなる。したがって、駆動モータの立ち上がり騒音に高周波音が特に強い場合に、前述の実施例のマスキング手法に加えて、このようなマスキング手法を併用すれば、より一層心理的な不快感を緩和する効果を得ることができる。このような実施例の構成について、第5の実施例として説明する。

【0073】次に、第5の実施例の騒音マスキング装置について説明する。図14は、第5の実施例の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図である。図14において、1は駆動モータ、2はモータ制御回路、4はスピーカ、10は回転数検知回路、11はタイミング制御回路、23は周波数作成回路である。この第5の実施例の構成では、前述の実施例(第1の実施例～第4の実施例)の帯域雑音生成回路3に替えて、周波数作成回路23が設けられている。

【0074】図14に示す第5の実施例の騒音マスキング装置において、モータ制御回路2は、駆動モータ1の

18

回転数を制御するために回転数に関係のある信号を駆動モータ1から獲得する。例えば、駆動モータ1が永久磁石による磁力を駆動源としているものであれば、永久磁石の周辺の磁束密度を測定することで、磁束密度のゼロ点の数でN極とS極の切り替え数を検出し、N極-S極の切り替えを永久磁石の極数で割ったものを、駆動モータ1の回転数信号として得る。

【0075】モータ制御回路2から得られた信号により回転数検知回路10が回転数信号を得るので、ここで得られた回転数信号は、回転数検知回路10から次の1ステップの後の回転数信号と共にタイミング制御回路11に送られる。タイミング制御回路11は、このタイミングに合わせて周波数作成回路23から予め記憶されている周波数を読み込み、予め記憶されている駆動モータ1の動作時の回転数と、回転数検知回路10で得られた回転数を比較して動作状態を検知し、更に、1ステップの後の回転数信号との差をとることで立ち上がりの状態を知る。

【0076】そして、タイミング制御回路11は、待機時からの回転数変化に同期させて、信号をスピーカ4に送り、スピーカ4から付加音(マスキング音)を発生させ、駆動モータ1から発生している立ち上がり音の騒音に対し、当該付加音を付加するようにして、立ち上がり時の駆動モータからの騒音を付加音によりマスキングする。このようにして、駆動モータの立ち上がり音の騒音をマスキングするが、その場合の付加音を付加するタイミングは、前述した図2のタイミングと同様なものとする。

【0077】次に、ここで発生させる付加音の時間変化と周波数の関係について説明する。駆動モータ1から発生する音の種類は、一般に、駆動モータに流す電流を切り替えるときに電磁コイルや鉄心より発生する電磁音、回転多面鏡と空気との摩擦による風切り音、および軸と軸受けの機械的な接触による軸受け音の3種類が主なものである。ここでの電磁音は、狭い周波数帯域に鋭くピークを持つ純音に近い音であり、風切り音は、広い周波数帯域になだらかなピークを持つ流体騒音である。また、軸受け音は、玉軸受けを用いている場合に形状や寸法により多くの鋭いピークを持つ純音に近い音であり、空気軸受けではみられず、また、これらの音の周波数は駆動モータの回転数と比例関係にあることが知られている。

【0078】図15は、付加音の時間変化と立ち上がり音との関係を示す図である。図15において、実線で示した曲線が、駆動モータ1の立ち上がり時に発生する音の主成分周波数の変化である。駆動モータ1は、その回転数がゼロから、あるいはゼロでないような待機モードから立ち上がる。これに対して、破線で示した付加音の周波数は、立ち上がりに発生する音の主成分周波数より高い周波数に位置させるようにして、あるいは主成分周

19

波数より低い周波数に位置させるようにして、聴感的に主成分周波数の音を卓越しないように付加する。付加音は、図16に示すように、立ち上がり音に対して、その主成分周波数が高いあるいは低い周波数となる純音ないしは純音に近い形態とする。

【0079】また、モータ制御回路2は、駆動モータ1の立ち上がり時間を短くするため、立ち上がりの初期には駆動モータ1に定常状態より大きな電流を流し、所定の回転数に近づくと、オーバーシュートを小さくするために電流を小さく調整しているので、この時間的に変化する高周波の変動音が心理的に不快感を与えることになる。音がいくつか合成された複合音である場合、人間が感じる音色は、複合される音すなわち付加される周波数成分の音によって、聞く人の感じ方は影響される。このため、立ち上がりに発生している音の主成分周波数に、その主成分周波数より高いまたは低い周波数の音を付加して、音の周波数幅を広げ、主成分周波数を卓越して認識しにくくする。更に、この場合、図17に示すように、立ち上がりとその後の定常音に継続させて付加音を付加させることによって、定常状態の主成分周波数を卓越して認識しにくくできる。

【0080】ところで、この実施例のように、駆動モータの立ち上がりの騒音に対して、その主成分周波数よりも高いまたは低い周波数の音を付加して、立ち上がり騒音をマスキングする場合、そのマスキング結果の効果は、個々の人間の聴感による評価となるので、それぞれの個人の聴感上の好みに応じて付加音の大きさを調整できるようにする。このように変形した実施例を第6の実施例として説明する。

【0081】図18は、本発明の第6の実施例の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図である。図18において、1は駆動モータ、2はモータ制御回路、4はスピーカ、6は操作パネル、7は振幅可変回路、10は回転数検知回路、11はタイミング制御回路、23は周波数作成回路である。符号は前述の実施例と共通であり、同じ符号のものは同じものを示している。

【0082】第6の実施例の騒音マスキング装置を、図18を参照して説明する。この第6の実施例においては、操作パネル6および振幅可変回路7が設けられており、周波数作成回路23からタイミング制御回路5に対して供給する付加音の振幅を、操作パネル6から指示により振幅可変回路7を用いて調整する。

【0083】つまり、駆動モータ1の立ち上がりや立ち下りの回転数の変化を、回転数検知回路10が、モータ制御回路2の制御信号の観測により検出し、タイミング制御回路11に与えるので、タイミング制御回路11では、検出した信号をトリガとして周波数作成回路23によって予め作成しておいた周波数を主成分周波数に付加させるように付加音を発生する。この場合、タイミング制御回路11では、当該付加音を主成分周波数の時間

20

的変動に同期させて、スピーカ4を駆動して音波として出力する。オペレータは操作パネル6を操作して、操作パネル6から好みに合うように付加音の振幅を設定する信号を振幅可変回路7に送る。

【0084】スピーカ4から出力される付加音の大きさは、オペレータが操作パネル4により調整し、画像形成装置から発生する騒音の不快感が緩和されるように、また、好みに合うように設定される。この操作パネル6から適宜の信号は、振幅可変回路7に送られるので、振幅可変回路7は、この信号によって付加音とする音の振幅を変化させ、スピーカ6から音波として発生させて主成分周波数に付加する。したがって、オペレータは操作パネル6の操作により、音の認識の度合いを調整して、オペレータやその周囲の人に対して、主成分周波数による音を認識しない程度に設定することができ、また、個人のそれぞれの好みにあった不快感の抑制を行うことができる。

【0085】また、上述した第6の実施例において、駆動モータの立ち上がりの騒音に対して付加音を付加し、立ち上がり騒音をマスキングする場合、当該付加音を、それぞれの個人の聴感上の好みに応じて付加音の大きさを調整できるようにしているが、それぞれの騒音に対して個別に調整しなければならない煩雑さがある。このような煩雑さを解消するため、この調整を自動的に行えるようにも構成できる。これにより、騒音をマスキングするための付加音に対する振幅の調整を自動的に行える。更に、細部の調整については、第6の実施例と同様に、それぞれの個人に好みにより調整するようにすれば良い。このような構成の騒音マスキング装置について、第7の実施例として説明する。

【0086】図19は、本発明の第7の実施例の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図である。図19において、1は駆動モータ、2はモータ制御回路、4はスピーカ、10は回転数検知回路、11はタイミング制御回路、23は周波数作成回路である。これらの要素は第5の実施例（図14）の要素と同じものである。また、9は駆動モータ1の立ち上がり騒音を観測するセンサーマイク、12は振幅制御回路である。

【0087】第7の実施例の騒音マスキング装置を、図19に示す構成図を用いて説明すると、第7の実施例においては、第5の実施例の構成（図14）に加えて、更に、振幅制御回路12およびセンサーマイク9が設けられている。センサーマイク9が立ち上がり音の主成分周波数の振幅を観測し、振幅制御回路12が立ち上がり音を観測した信号によって付加音の振幅を自動調整する。つまり、周波数作成回路23からタイミング制御回路11に対して供給される複数の周波数の付加音の振幅が、センサーマイク9からの検知出力に応じて、振幅制御回路12により自動的に調整されるように構成される。

【0088】すなわち、図19に示す第7の実施例で

21

は、図18に示す第6の実施例の構成を更に発展させて、立ち上がり音を観測するセンサーマイク9を設け、第6の実施例の振幅可変回路7に対応する振幅制御回路12を設けている。このような構成によって、立ち上がり音の主成分周波数の振幅をセンサーマイク9で常に観測し、その観測した信号を振幅制御回路12に送り、主成分周波数の時間的変動に対して付加音の振幅の増加あるいは減少を、振幅制御回路12により能動的に制御する。これにより、主成分周波数の環境による変化や諸条件の変化に対応して振幅を所定の状態に保ち、不快感の抑制を安定して行うことができる。

【0089】(実験例2)以上に説明した本発明による騒音マスキングの効果を確認するため、官能試験による評価を行った。具体的には、主成分周波数が5秒間で800Hzから3200Hzに立ち上がる駆動モータを用いて、主成分周波数に比べて100Hz、200Hz低い純音を同期して付加した複合変動音を作成し、18名の被験者に聞かせて、「うるささ」、「不快さ」、「かん高さ」の3項目について評価してもらった。評価方法は、図20に示すような7段階のカテゴリー評価方法を用いた。その結果を図21に示している。

【0090】図21に示すように、この実施例の騒音マスキング装置によれば、「不快さ」の評価項目では原音に比べて、最大で25%の改善効果がみられた。また、「かん高さ」の評価項目では、原音に対して最大で32%の改善効果がみられた。「やかましさ」の評価項目では、ほとんど変化がみられなかった。被験者の聞き取り調査から、音の変動は感じたが、その音そのものによる「不快さ」はほとんどなかったことが判った。

【0091】このことから本実験結果により、駆動モータの立ち上がり音に発生する音の主成分周波数に対して付加することにより、「やかましさ」を増加することになり「かん高さ」および「不快さ」を改善する効果を確認できた。

【0092】このように、これらの第5の実施例～第7の実施例の騒音マスキング装置によれば、駆動用モータを所定の回転数に立ち上げる時に発生する騒音の主成分周波数に対応して、駆動用モータの立ち上がりや立ち下りの回転数を検出し、主成分周波数より高いあるいは低い周波数を作成し、主成分周波数の時間的変動に同期させるようにタイミングを制御し、当該周波数の音をスピーカから発生させ、この音を駆動モータの立ち上がり騒音に付加してマスキングする。また、その場合に、好みに応じて振幅を変え、または、センサマイクにより検出した騒音の大きさに応じて振幅を制御する。このように、主成分周波数の時間的変動に同期させて、主成分周波数より高いあるいは低い周波数の音を、騒音をマスキングする付加音としてスピーカより発生させることにより、卓越した周波数の変動音による心理的な不快感のない小型低価格のレーザビームプリンタおよび複写機

22

などの画像形成装置を提供することができる。

【0093】ところで、前述の第5の実施例～第7の実施例では、駆動用モータの立ち上がりや立ち下りの回転数を検出し、回転数に応じて主成分周波数の時間的変動に同期させて、主成分周波数より高いあるいは低い周波数を発生させ、主成分周波数の変動に同期させてマスキング音として付加しているが、この場合、主成分周波数より高いあるいは低い周波数の音は、主成分周波数に応じて変化させなくても、主成分周波数の変動範囲の中の一定の周波数の音とすれば、十分に立ち上がりや立ち下りの変動音を認識しにくくでき、心理的な不快感を抑制することができる。

【0094】この場合、マスキング音として発生する2次音は、周波数の時間的な変動を無くすことにより、認識できる音を定常的な音と感じさせることができ、駆動モータの周波数の変動音を認識しにくくでき、より心理的な不快感を抑制することができる。また、立ち上がり騒音に付加するマスキング音は、定常動作時における主成分周波数と等しくすることにより、付加するマスキング音の発生を稼働時に違和感なく停止させることができ、更に、稼働時の消費電力を押さえることができる。

次に、このような構成の実施例について説明する。

【0095】図22は、第8の実施例の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図である。図22において、1は駆動モータ、2はモータ制御回路、4はスピーカ、10は回転数検知回路、24は2次音源制御回路である。この第8の実施例の構成は、前述の第5の実施例のタイミング制御回路11および周波数作成回路23に替えて、2次音源制御回路24が設けられている。

【0096】図22に示す第8の実施例の騒音マスキング装置において、モータ制御回路2は、駆動モータ1の回転数を制御するために回転数に関係のある信号を駆動モータ1から獲得する。例えば、駆動モータ1が永久磁石による磁力を駆動源としているものであれば、永久磁石の周辺の磁束密度を測定することで、磁束密度のゼロ点の数でN極とS極の切り替え数を検出し、N極-S極の切り替えを永久磁石の極数で割ったものを、駆動モータ1の回転数信号として得る。

【0097】モータ制御回路2から得られた信号により回転数検知回路10が回転数信号を得るので、ここで得られた回転数信号は、回転数検知回路10から次の1ステップの後の回転数信号と共に2次音源制御回路24に送られる。2次音源制御回路24は、予め記憶されている駆動モータ1の動作時の回転数と、回転数検知回路10で得られた回転数を比較して動作状態を検知し、更に、1ステップの後の回転数信号との差をとることで立ち上がりの状態を知る。

【0098】そして、2次音源制御回路24は、待機時からの回転数から変化があった場合に、信号をスピーカ4に送り、スピーカ4から付加音(マスキング音)を発生

23

生させ、駆動モータ1から発生している立ち上がり音の騒音に対し、当該付加音を付加する。このようにして、立ち上がり時の駆動モータからの騒音を付加音によりマスキングする。その場合の付加音を付加するタイミングは、前述した図2のタイミングと同様なものとなる。

【0099】次に、ここで発生させる付加音の時間変化と周波数の関係について説明する。駆動モータ1から発生する音の種類は、前述のように一般的は、駆動モータに流す電流を切り替えるときに電磁コイルや鉄心より発生する電磁音、回転多面鏡と空気との摩擦による風切り音、および軸と軸受けの機械的な接触による軸受け音の3種類が主なものである。ここでの電磁音は、狭い周波数帯域に鋭くピークを持つ純音に近い音であり、風切り音は、広い周波数帯域になだらかなピークを持つ流体騒音である。また、軸受け音は、玉軸受けを用いている場合に形状や寸法により多くの鋭いピークを持つ純音に近い音であり、空気軸受けではみられず、また、これらの音の周波数は駆動モータの回転数と比例関係にあることが知られている。

【0100】図23は、マスキング音として付加する付加音の時間変化と立ち上がり音との関係を示す図である。図23において、破線で示した曲線が、駆動モータ1の立ち上がり時に発生する音の主成分周波数の変化である。駆動モータ1は、その回転数がゼロから、あるいはゼロでないような待機モードから立ち上がる。これに対して、マスキング音（2次音）とする周波数は、実線で示すように、立ち上がりに発生する音の主成分周波数より高いものと低いものとが利用でき、時間的に変動しない定常音とする。また、図24に示すように、立ち上がり音に対して、マスキングのための2次音とする周波数の音は、周波数が高くなるほど低くなるように設定される。

【0101】モータ制御回路2は、前述のように、駆動モータ1の立ち上がり時間を短くするため、立ち上がりの初期には駆動モータ1に定常状態より大きな電流を流し、所定の回転数に近づくとオーバーシュートを小さくするために電流を小さく調整しているので、この時間的に変化する高周波の変動音が心理的に不快感を与えることになる。音がいくつかの音が合成された複合音である場合、人間が感じる音色は、最低および最高の周波数成分に影響されるため、立ち上がりに発生している音の主成分周波数に、その主成分周波数より高いまたは低い周波数の2次音を付加することにより、周波数の変動音を認識しにくくする。

【0102】なお、この第8の実施例では、駆動モータが、回転数がゼロでない待機モードから立ち上がることを想定しているが、待機モードで駆動モータが停止している場合は、立ち上がり音より低い周波数の2次音の設定が不可能であるので、そのときは、立ち上がり数秒後の主成分周波数よりも低い周波数として設定すれば、立

24

ち上がり直後を除けば、ほぼ同等の効果が得られる。

【0103】更に、この場合、2次音の周波数が時間的に変動しない定常音とすることで、騒音の周波数変動音を一層認識させにくくできるため、その効果を高めることができる。なお、第8の実施例では、周波数が時間的に変動しない定常音を付加しているが。例えば、駆動モータの立ち上がりに対して変化率の小さな音を付加することによっても、ある程度の効果を期待できる。

【0104】また、駆動モータの定常動作時には、周波数の変動音が発生しないので、2次音を発生する必要がなくなる。そこで、2次音の周波数を駆動モータの定常動作時（稼働時）の回転数と等しくすることにより、違和感なく2次音の発生を停止することができる。このため、稼働時の消費電力の増加を抑えることができる。また、立ち上がりに発生する主成分周波数に対して、マスキング音とする2次音は、周波数が低くなるほど音圧が低くなるように設定すると、つまり、周波数と逆数の音圧が比例関係になるようにすると、聴感的には特定の周波数だけが目立つようなことがなくなり、心理的な不快感をより一層抑えることができる。

【0105】次に第8の実施例の変形例について説明する。この第8の実施例の騒音マスキング装置においては、回転数検知回路10がモータ制御回路2の信号から回転数の信号を得るようにしているが、駆動モータ1からの信号により直接に得るようにしても良い。図25に、このようにこうした実施例の騒音マスキング装置を示している。図25において、1は駆動モータ、2はモータ制御回路、4はスピーカ、24は2次音制御回路、25は変形された回転数検知回路である。

【0106】第9の実施例では、図25に示すように、変形された回転数検知回路25は、駆動モータ1からの信号を直接に用いて、モータ制御回路2からの信号を用いない構成となっている。例えば、駆動モータ1は光偏向器（光走査装置）の一部であるので、図26に示したように、光ビームを記録部材56上に走査する際に、記録部材56の一部または記録部材56の外側に、フォトセンサなどの光ビーム検出器を備えることで、回転数情報を直接に回転数検知回路25が得ることができるように構成できる。この第9の実施例による特徴は、駆動モータ1とは独立して、2次音の発生機構を構成できることであり、メンテナンス性の向上や設計上の自由度を増すなどのメリットがある。

【0107】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の騒音マスキング装置によれば、駆動用モータを所定の回転数に立ち上げる時、あるいは立ち下げる時に発生する騒音の主成分周波数に対応して、駆動用モータの立ち上がりや立ち下りの回転数を検出し、主成分周波数を含む範囲の周波数のマスキング音として、例えば、帯域制限された雑音を作成して、騒音をマスキングする音としてス

25

ピーカより発生させるので、周波数変動による心理的な不快感のない小型低価格のレーザビームプリンタおよび複写機などの画像形成装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の第1の実施例の画像形成装置の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図、

【図2】 図2は駆動モータの騒音に対する付加音発生のタイミングを説明する図、

【図3】 図3は付加音の時間変化と立ち上がり音との関係を示す図、

【図4】 図4は付加音とする雑音の帯域制限特性の周波数分布を説明する図、

【図5】 図5は定常運転時までの状態を含めた付加音の時間変化と立ち上がり音との関係を示す図、

【図6】 図6は本発明の第2の実施例の画像形成装置の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図、

【図7】 図7は本発明の第3の実施例の画像形成装置の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図、

【図8】 図8は本発明の第4の実施例の画像形成装置の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図、

【図9】 図9は立ち上がり音と帯域雑音の関係を示す図、

【図10】 図10はマスキング音とする帯域雑音の周波数軸上の各々の分布の形態を説明する図、

【図11】 図11はカテゴリ評価方法の評価基準を説明する図、

【図12】 図12はカテゴリ評価方法による第1の実施例の官能試験の評価結果を示す図、

【図13】 図13はカテゴリ評価方法による第3の実施例の官能試験の評価結果を示す図、

【図14】 図14は第5の実施例の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図、

【図15】 図15は付加音の時間変化と立ち上がり音との関係を示す図

【図16】 図16は主成分周波数の立ち上がり音に対し付加音を高いあるいは低い周波数となる純音ないしは

26

純音に近い形態とする例を説明する図、

【図17】 図17は主成分周波数の立ち上がりとその後の定常音に継続させて付加音を付加させる例を説明する図、

【図18】 図18は本発明の第6の実施例の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図、

【図19】 図19は本発明の第7の実施例の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図、

【図20】 図20はカテゴリ評価方法の7段階による評価基準を説明する図、

【図21】 図21は7段階のカテゴリ評価方法による騒音マスキングの官能試験の評価結果を示す図、

【図22】 図22は本発明の第8の実施例の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図であ

【図23】 図23はマスキング音として付加する付加音の時間変化と立ち上がり音との関係を示す図、

【図24】 図24はマスキングのための2次音とする周波数の音の周波数特性を説明する図、

【図25】 図25は第9の実施例の騒音マスキング装置の構成を説明するブロック図、

【図26】 図26は光偏向器（光走査装置）の構成を説明する斜視図、

【図27】 図27は複写機の一連のプロセスにおいて発生する騒音の変化を説明する図、

【図28】 図28は複写機の一連のプロセスにおける駆動モータの回転数の変化を説明する図である。

【符号の説明】

1…駆動モータ、2…モータ制御回路、3…帯域雑音発生回路、4…スピーカ、6…操作パネル、7…振幅可変回路、8…振幅制御回路、9…センサーマイク、10…回転数検知回路、11…タイミング制御回路、12…振幅制御回路、23…周波数作成回路、24…2音源制御回路、51…駆動モータ、52…回転多面鏡、53…レーザ光源、54…コリメータレンズ、55…集光光学部品（集光レンズ）、56…記録部材（感光体ドラム）。

【図4】

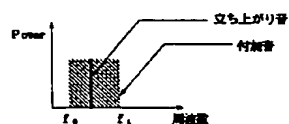


図4(a)



図4(b)

【図9】

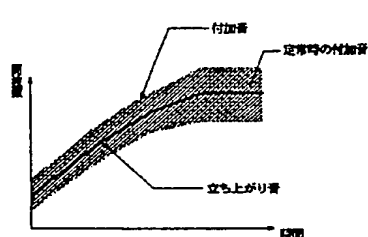


図9 付加音の時間変化と周波数の関係を示すグラフ

【図11】

評点	不快さ	かん滿さ	やかましさ
5	不快	かん滿い	やかましい
4	やや不快	ややかん滿い	やややかましい
3	どちらでもない	どちらでもない	どちらでもない
2	やや快い	ややかん滿いた	やや静か
1	快い	かん滿いた	静か

図11

【図1】

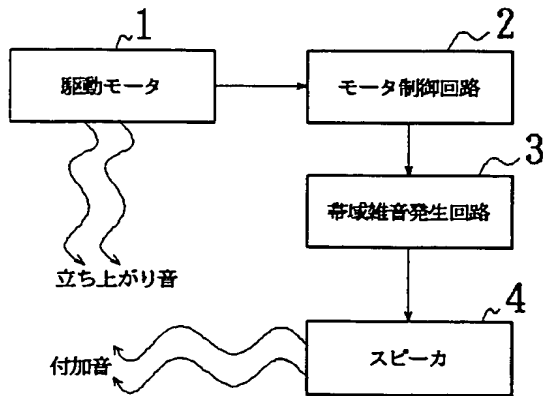


図1 第1実施例の騒音マスクング装置

【図3】

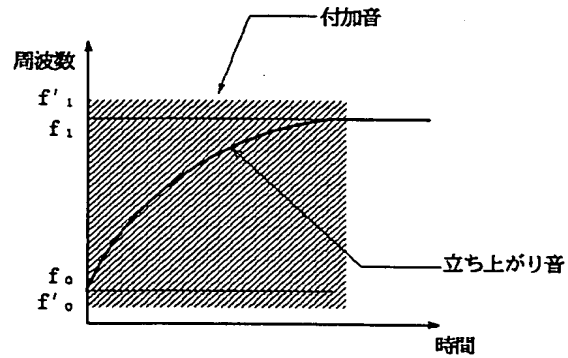


図3 付加音の時間的変化と立ち上がり音の関係

【図2】

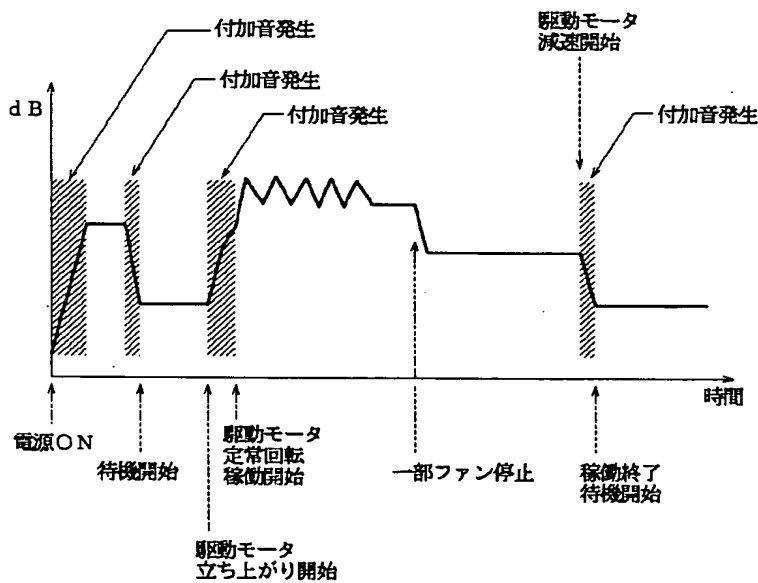


図2

駆動モータの動作(騒音)に対する付加音発生タイミング

【図20】

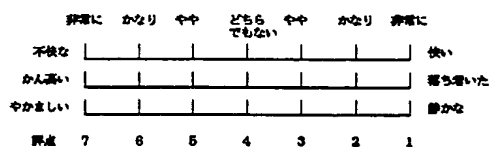


図20

【図10】

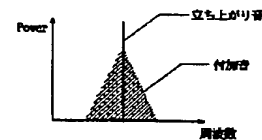


図10(a)

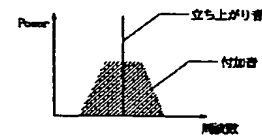


図10(b)

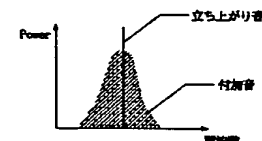


図10(c)

【図13】

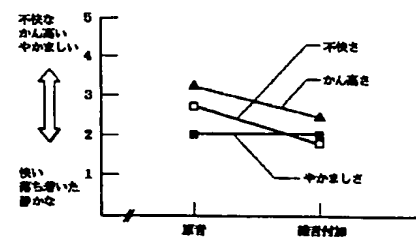


図13 騒音マスクングの実験結果

【図5】

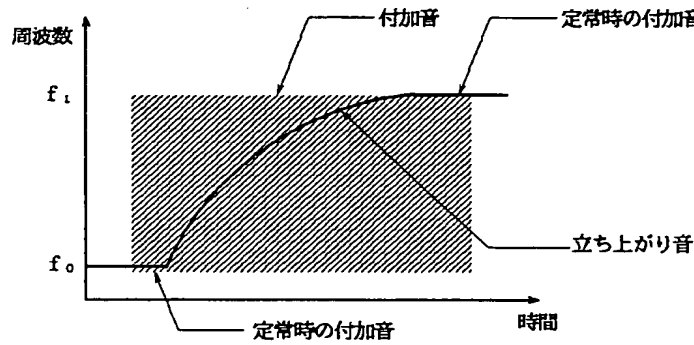


図5 付加音の時間的変化と立ち上がり音の関係

【図12】

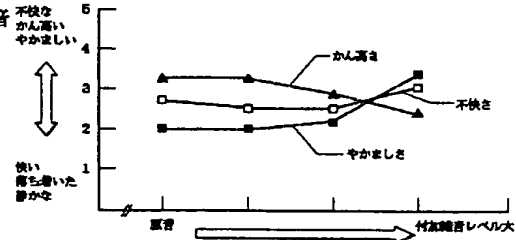


図12 騒音マスキングの実験結果例

【図15】

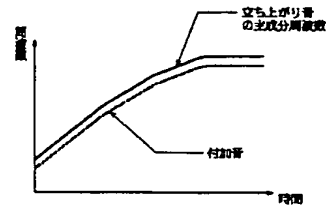


図15 付加音の時間的変化と周波数の関係を示すグラフ

【図6】

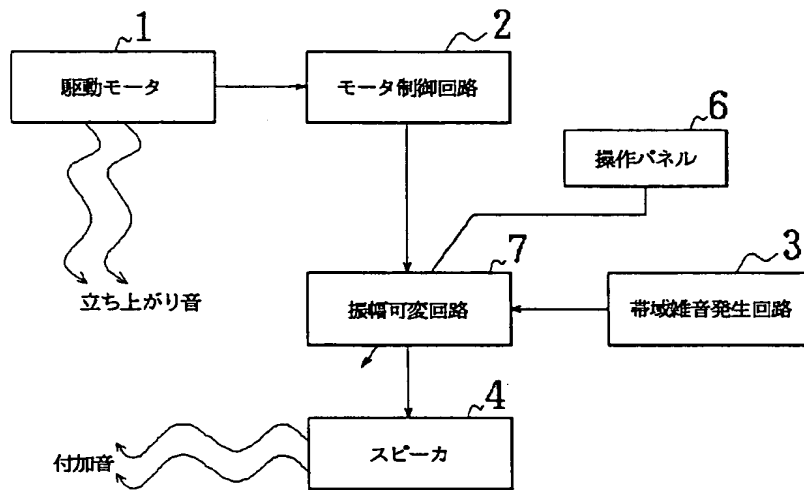


図6 第2実施例の騒音マスキング装置

【図23】

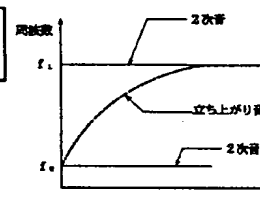


図23 付加音の時間的変化と立ち上がり音の関係

【図16】

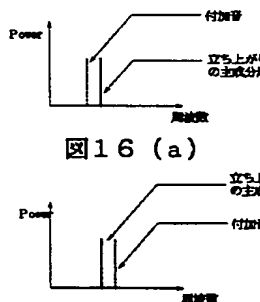


図16 (a)

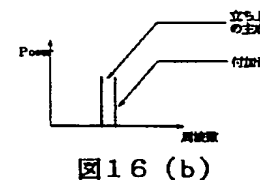


図16 (b)

【図17】

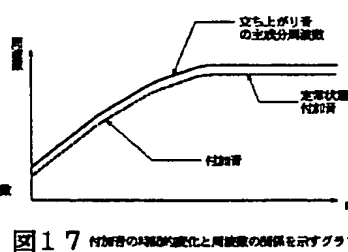


図17 付加音の時間的変化と周波数の関係を示すグラフ

【図21】

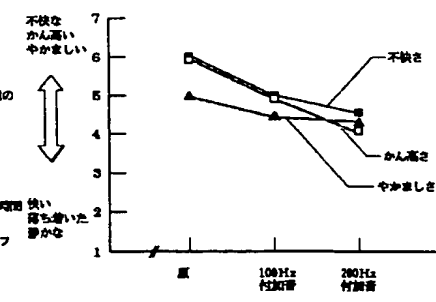


図21 騒音マスキングの実験結果例

【図7】

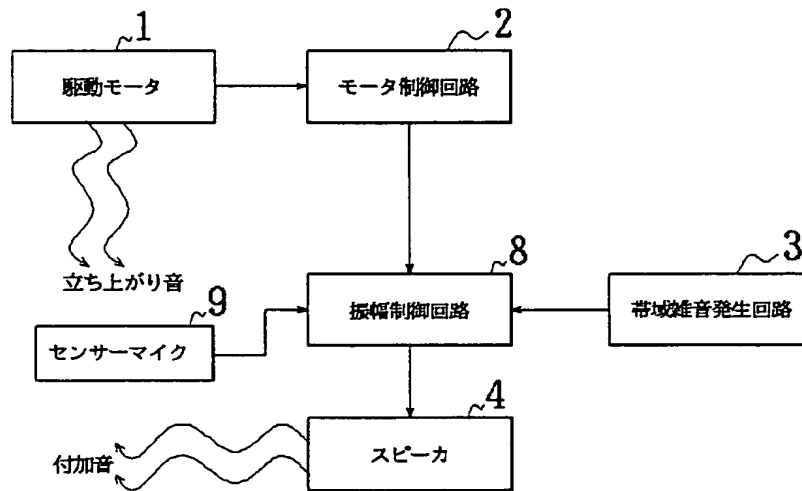


図7 第3実施例の騒音マスキング装置

【図24】

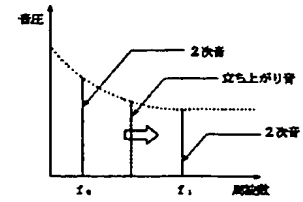


図24 2次音の時間的変化と立ち上がり音の関係

【図8】

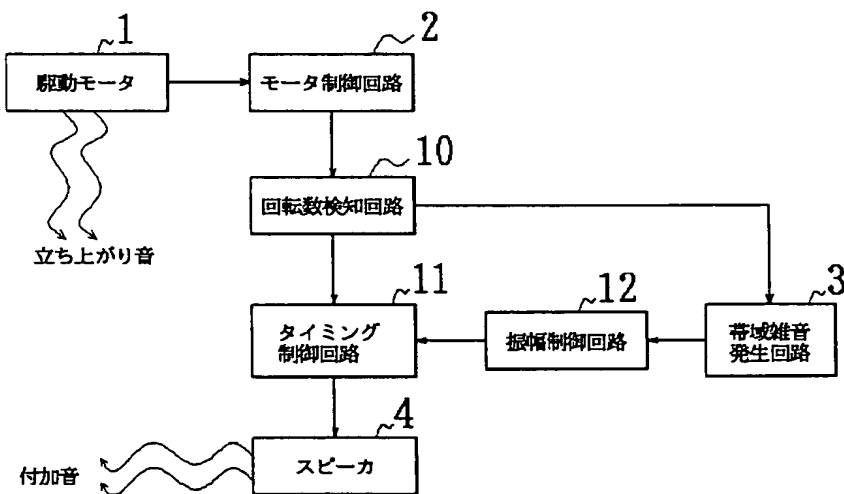


図8 第4実施例の騒音マスキング装置

【図14】

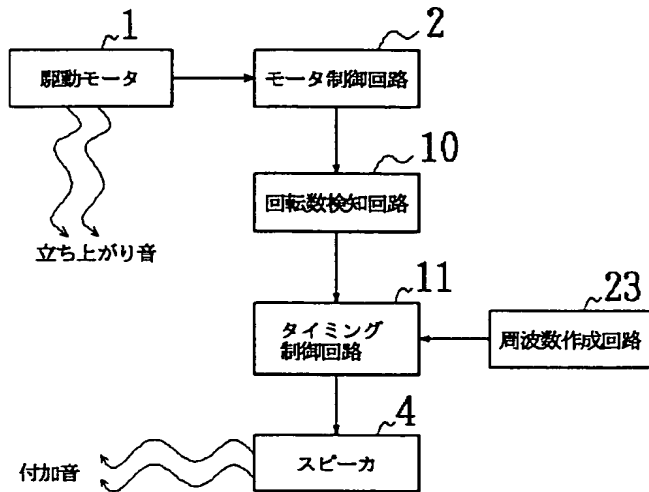
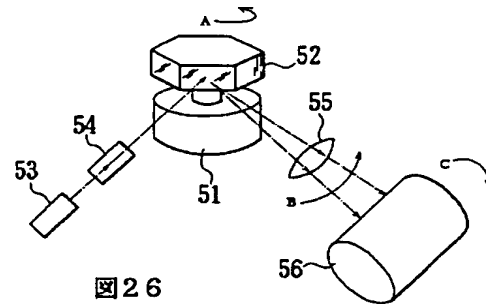


図14 第5実施例の騒音マスキング装置

【図26】

図26
光ピックアップ（光頭）の構造

【図18】

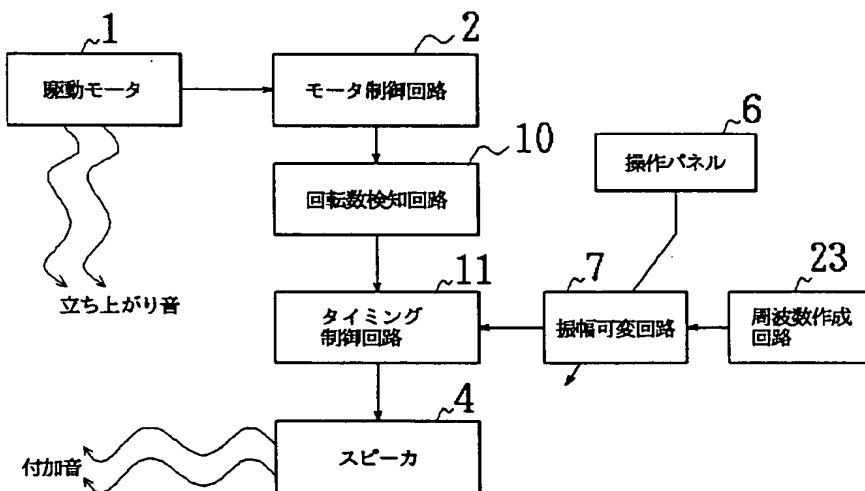


図18 第6実施例の騒音マスキング装置

【図19】

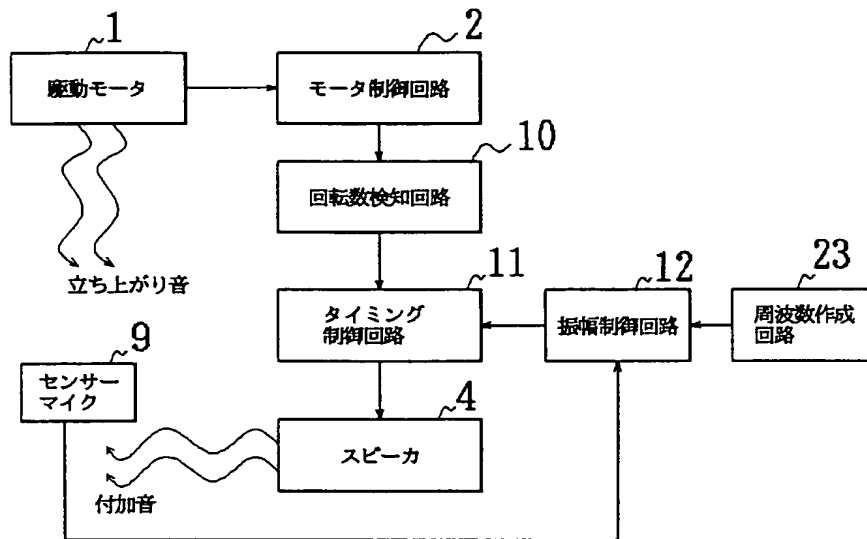


図19 第7実施例の騒音マスキング装置

【図22】

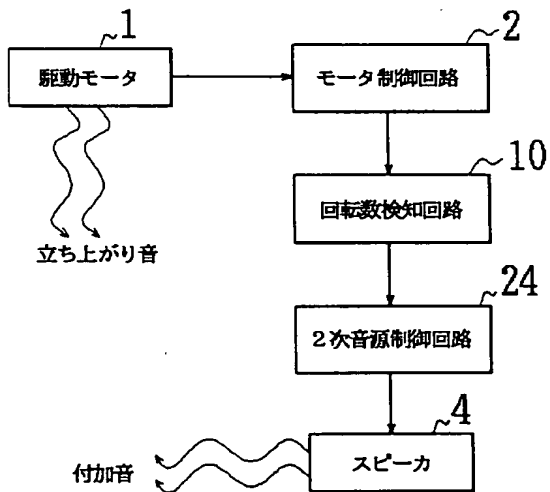


図22 第8実施例の騒音マスキング装置

【図25】

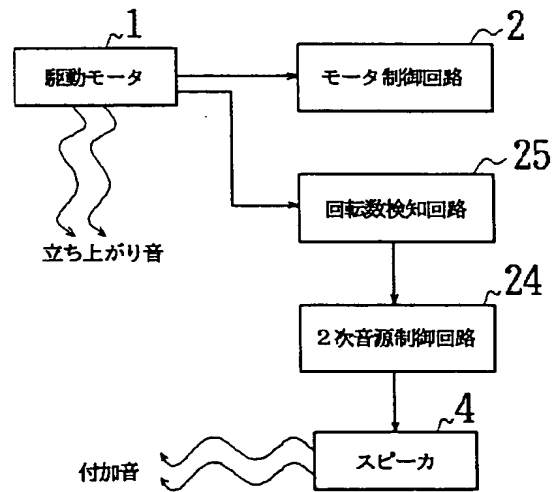


図25 第9実施例の騒音マスキング装置

【図27】

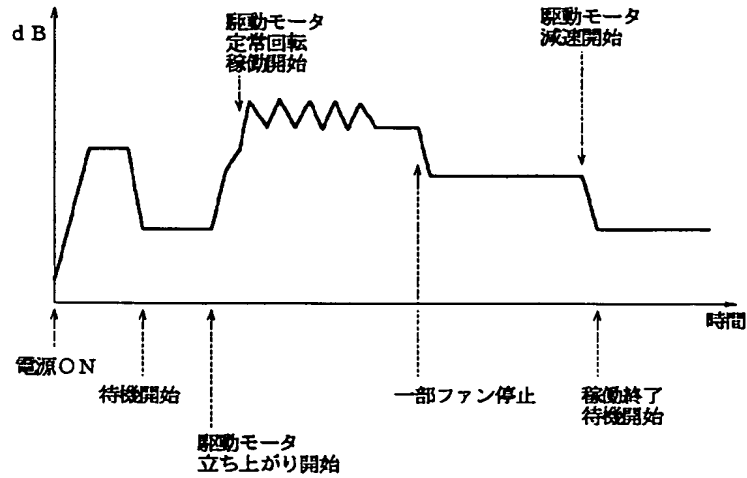


図27 駆動モータの騒音発生のタイミング

【図28】

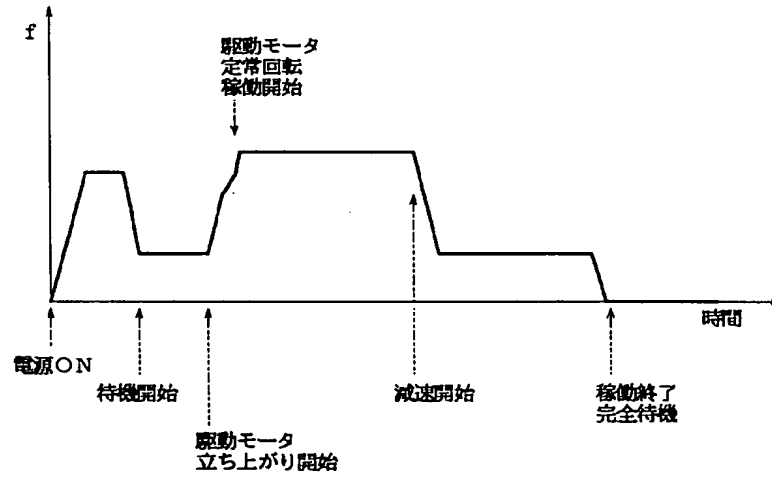


図28 駆動モータの回転数変化